

# O POTENCIAL DA INTERNET DAS COISAS NO ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO

Fernando Ramos, Universidade de Aveiro, [fernando.ramos@ua.pt](mailto:fernando.ramos@ua.pt); Mário Vairinhos Universidade de Aveiro, [mariov@ua.pt](mailto:mariov@ua.pt); Andreia Magalhães, Universidade de Aveiro, [andreamagalhaes78@gmail.com](mailto:andreamagalhaes78@gmail.com); Ângelo Conde, Universidade de Aveiro, [aconde@ua.pt](mailto:aconde@ua.pt); Filipe Moreira, Universidade de Aveiro, [filipertmoreira@ua.pt](mailto:filipertmoreira@ua.pt)

## Resumo

Neste artigo apresenta-se uma revisão da literatura de forma a ampliar o conhecimento sobre a Internet das Coisas. Pretende-se elencar atuais tendências e projetos, desenvolvidos com esta tecnologia no ensino básico e secundário, assim como desafios e potencial de aplicabilidade no campo da educação. Por último, sendo o manual escolar um dos principais recursos utilizados pelos docentes em Portugal, estrutura-se uma argumentação acerca das eventuais transformações que poderão verificar-se neste recurso, considerando o potencial da Internet das Coisas. Concluiu-se que apesar da Internet das Coisas apresentar um potencial para facilitar o acesso a dados reais e constantemente atualizados, verificam-se ainda poucos projetos desenvolvidos no âmbito da educação no ensino básico e secundário.

## Palavras-chave

*Internet das Coisas; Tecnologia; Mundo Digital; Educação*

## Abstract

In this work, we present a review of the literature in order to expand the knowledge about the Internet of Things and show some of the current trends and projects, with this technology, developed in primary and secondary education, as well as challenges and potential applicability in education. Finally, as the school textbook is one of the main resources used by teachers in Portugal, it is argued that there may be transformations in this resource, considering the potential of the Internet of Things. It was concluded that although the Internet of Things presents the potential to facilitate access to real and constantly updated data, there are still a few projects developed in the scope of education in primary and secondary education.

## Keywords

*Internet of Things; Technology; Digital World; Education*

## Introdução

“Uma nova tecnologia não acrescenta nem subtrai nada, altera tudo”

Postman, Neil (1931-2003)

A Internet revolucionou a sociedade tornando-a cada vez mais digital e conectada, permitindo um acesso cada vez mais direto e rápido à informação e originando uma forte componente de partilha, entre as pessoas.

Em 2015, o número de utilizadores ativos na Internet em todo o mundo ascendeu aos 3 mil milhões, tendo a taxa de utilização situado-se nos 42%, com um aumento global de 525 milhões face ao início de 2014 (Kemp, 2015). Prevendo-se um crescimento nos próximos anos.

A evolução da Internet define-se em quatro estágios: Web 1.0, voltada para a conexão e obtenção de informações na Rede; Web 2.0 ou Web Social, caracterizada pela preocupação da participação ativa do utilizador e a colaboração por meio das redes sociais; Web 3.0 ou Web Semântica, com esforços concentrados na atribuição de significado e contexto às informações. Por fim temos a Web 4.0 ou Web Ubíqua, constituída pela Internet das Coisas (IdC), esta assenta na conectividade e interatividade entre pessoas, informações, processos e objetos, por meio de tecnologias que possibilitam acesso à rede por qualquer pessoa, de qualquer lugar, a qualquer hora, utilizando quaisquer dispositivos - incluindo equipamentos multifuncionais com sensores inteligentes, tais como eletrodomésticos, automóveis, roupas, etc., - a partir de aplicações que se adaptam dinamicamente às necessidades das pessoas (Davis, 2008). Neste último estágio evolutivo da internet, os objetos tornam-se fonte de informação, pois estes estão embebidos com sensores, podendo assim comunicar.

## **Internet das Coisas**

A IdC tem sido interpretada por alguns autores como uma tecnologia de tal forma inovadora que o seu impacto na sociedade será equivalente ao de uma Revolução Industrial (O'Brien, 2016). A constante destas comparações deve-se, em certa medida, ao facto deste conceito se encontrar ainda na fase ascendente do ciclo de Hype para as tecnologias emergentes da Gartner como se analisará mais à frente.

Pode considerar-se que a IdC se encontra numa fase inicial de desenvolvimento, com muitos novos progressos a ocorrerem na integração dos objetos com sensores na internet baseada na *Núvem (Cloud Computing)* (Li, Xu, & Zhao, 2015). Facto que tem levado a IdC a ter destaque em inúmeros artigos científicos, referências e nos média. Todavia, apesar de haver acordo quanto ao facto de a IdC envolver objetos e conetividade, não existe uma formulação exata que reúna total consenso (Van Kranenburg & Bassi, 2012).

Por este motivo, apresentar-se-ão algumas definições de IdC de autores distintos. Assim, de entre os autores mais citados quando se aborda a definição de IdC surgem Atzori, Iera, & Morabito (2010), que apresentam uma definição assente no cruzamento de três paradigmas que se representam na Figura 1, sendo eles: orientação para internet (middleware); orientação para coisas (sensors); e orientação semântica (knowledge). Apresentando a IdC uma natureza interdisciplinar, esta definição que apela ao cruzamento de diferentes áreas surge como necessária; todavia a utilidade da Internet das Coisas pode ser desencadeada apenas num

domínio do aplicativo onde os três paradigmas se cruzam (Gubbi, Buyya, Marusic, & Palaniswami, 2013).

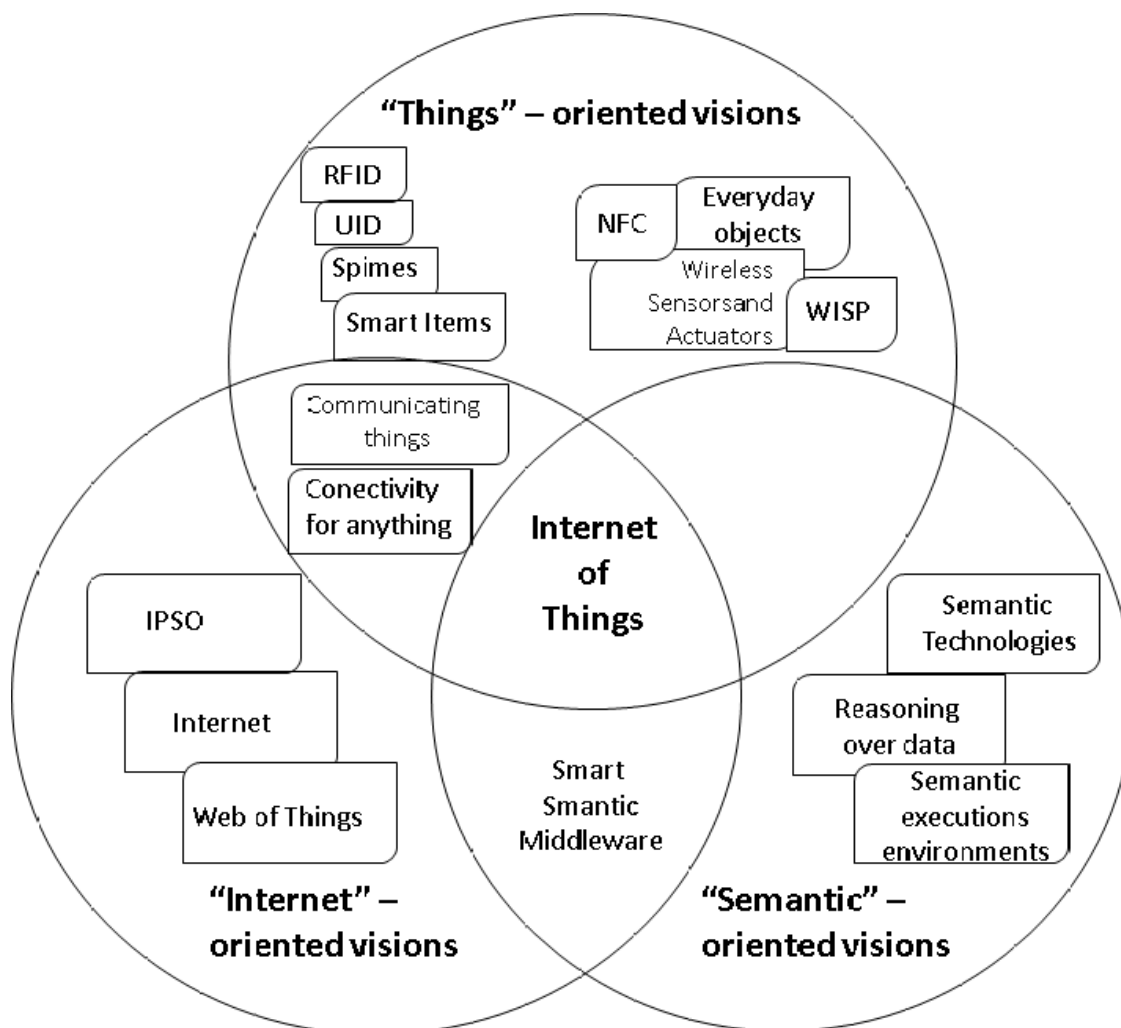


Figura 1 – “Internet das Coisas” paradigma como resultado da convergência de diferentes visões, retirado de Atzori et al., 2010

Outra definição amplamente citada é a de Sundmaeker & Saint-exupéry (2010) a qual, possuindo uma visão profunda da terminologia, analisa o significado da palavra “coisas” sob um prisma filosófico *aristoleano*, concluindo que o termo não se restringe a objetos materiais. Assim, o autor afirma que “coisas” podem ser definidas como entidades reais/físicas ou digitais/virtuais que existem, que se movem no espaço e tempo e que são capazes de ser identificadas. Para estes autores, IdC pode ser definida como:

“a dynamic global network infrastructure with self-configuring capabilities based on standard and interoperable communication protocols where physical and virtual “things” have identities, physical attributes, and virtual personalities and use intelligent interfaces, and are seamlessly integrated into the information network” (p.43).

Esta interpretação de IdC não como uma tecnologia, mas sim como um conceito global é também defendida no relatório de 2016 da IERC – IoT European Research Cluster (Jamalipour, Nikookar, & Ruggieri, 2016).

Para Xia, Yang, Wang & Vinel (2012, p.1101) “IoT refers to the networked interconnection of everyday objects, which are often equipped with ubiquitous intelligence”. No mesmo texto, os autores afirmam que esta tecnologia irá aumentar a ubiquidade da internet, pois integrará todos os objetos num sistema incorporado, facto que originará uma rede fortemente presente de objetos a comunicarem com humanos ou com outros objetos.

Na definição de Gubbi et al. (2013), IdC assume-se como algo mais centrado no utilizador e não restrito a protocolos de comunicação. Assim, IdC é a:

“Interconnection of sensing and actuating devices providing the ability to share information across platforms through a unified framework, developing a common operating picture for enabling innovative applications. This is achieved by seamless ubiquitous sensing, data analytics and information representation with Cloud computing as the unifying framework” (p.1647).

Já para O’Brien (2016), a IdC é definida como sendo uma tecnologia que permite, através de sensores, conectar os objetos com a internet de forma a que se possa obter informações acerca do ambiente ou de atividades que serão armazenadas e que permitirão providenciar *feedback* e controlo. Mas numa visão disruptiva quanto ao futuro, o autor afirma mesmo que a IdC “has been identified as the third wave of the Internet. It also has been identified as the fourth industrial revolution” (O’Brien, 2016, p.1).

Contrapondo uma definição mais sistémica de Ray et al. (2016) propõem IdC como um ecossistema que explora e expande largamente os ambientes já existentes dos dispositivos embebidos e conectados. O escopo da IdC é, para estes autores, a infraestrutura de computação que permitirá um ecossistema no qual existem mais “coisas” conectadas à Internet do que o número de pessoas (Ray et al., 2016). A ideia base é que por detrás desta presença ubíqua de objetos/coisas, em redor dos indivíduos, estes sejam capazes de medir, inferir, compreender e até mesmo modificar e atuar no ambiente em que se inserem (Botta, Donato, Persico, & Pescapé, 2016). A figura 2 fornece uma representação gráfica do seu crescimento, comparando o número de pessoas com os dispositivos. Assim, entre 2008 a 2009 o número de dispositivos ligados à rede ultrapassou a população mundial (Mukhopadhyay & Suryadevara, 2014; Ray et al., 2016).

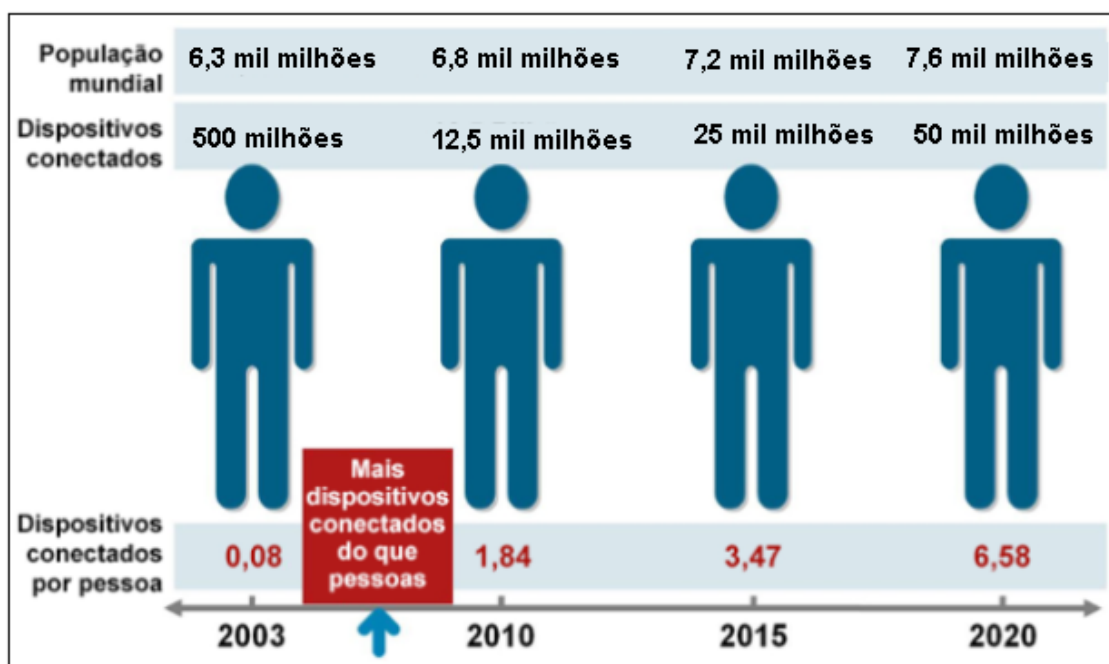


Figura 2 – O crescimento de dispositivos conectados à internet e a população mundial (Evans, 2011).

### Internet das Coisas na Educação

No NMC Horizon Report 2012 (Johnson, Adams, & Cummins, 2012) faz-se pela primeira vez menção à aplicação da IdC como uma futura tendência a longo prazo (quatro a cinco anos) na adoção pelas escolas. Este relatório refere a IdC como o passo seguinte da evolução dos objetos inteligentes onde a fronteira entre o objeto físico e a informação digital é esbatida pela sua interconectividade. A sua relevância, ao nível do ensino e da aprendizagem prende-se com a possibilidade de afixar estes pequenos dispositivos eletrónicos a qualquer objeto, de forma muito discreta, e usá-los para rastrear, monitorizar, manter e registar dados sobre esse mesmo objeto. No referido relatório é reforçada a ideia de que a escola (instituição) pode usar estes dispositivos especificamente para monitorizar, rastrear e inventariar as suas instalações e objetos, bem como conceder autorizações automáticas de acesso a alunos, professores e restante pessoal a determinados locais.

Posteriormente, o NMC Horizon Report 2015 (Johnson, Adams Becker, Estrada, & Freeman, 2015) regressa ao tema e classifica a IdC como um importante desenvolvimento da tecnologia educativa para o Ensino Superior, num referencial a longo prazo. O seu potencial uso no ensino e na aprendizagem está finalmente a ganhar preponderância, sobretudo através do conceito de “hipersituação”, como a mais-valia da IdC na educação. A “hipersituação” é a capacidade de amplificação do conhecimento baseado na localização do utilizador, contextualizando-o a partir da sua geolocalização. Ou seja, os alunos transportam consigo dispositivos móveis que podem coletar inúmera informação interdisciplinar que é emitida pelas redondezas. Por exemplo, um aluno ao explorar um centro histórico de uma cidade pode pesquisar o seu ambiente circundante de um ponto de vista arquitetónico, político ou biológico,

dependendo da informação enviada pelos dispositivos emissores da sua envolvente urbana e dos seus interesses nesse momento. Na mesma linha, a Cisco Systems, visiona a IdC como um ambiente sensível ao contexto, onde os objetos podem comunicar com o aluno e vice-versa para gerar experiências de aprendizagem interactivas (Selinger, Sepulveda, & Buchan, 2013). Neste cenário, os alunos terão a capacidade de monitorizar o seu próprio ambiente circundante e obter dados em tempo real emitidos por objetos conectados (Johnson et al., 2015).

O NMC Horizon Report 2015 (Johnson et al., 2015), também relata que, como a compreensão sobre esta tecnologia emergente está a aumentar, as universidades estão a tentar tirar vantagem desta oportunidade oferecer aos seus alunos um maior conhecimento sobre o poder da IdC. Inclusive, menciona um projeto de um consórcio de quatro universidades com um construtor de carros elétricos e uma instituição de investigação de redes com o intuito de promover práticas sustentáveis e iniciativas de suporte à eficiência energética. Para tal utilizam sensores de dados nos veículos para investigar várias questões relacionadas com a efetividade dos transportes públicos, efeitos psicológicos nos condutores e *gamification*.

Segundo Benson (2016) a IdC tem o potencial de produzir mais-valias significativas nas instituições do ensino, sobretudo ao nível da automatização dos seus edifícios, da gestão energética, dos sistemas de manutenção, dos sistemas de acesso aos edifícios e espaços, do controlo ambiental, dos grandes sistemas de ambientes de investigação, dos sistemas de aprendizagem académica e dos sistemas de segurança para os alunos, professores, colaboradores e público.

## **Potencial**

O surgimento dos ecossistemas de IdC nas escolas providenciará ajuda aos professores, aos estudante e empresários permitindo a partilha de vários tipos de dados de uma forma aberta. Os professores e alunos terão a oportunidade de mensurar e a partilhar dados através do uso das tecnologias da IdC, de uma forma que promova a diversidade no processo de aprendizagem e permita aos estudantes investigar e a abordar desafios do mundo real usando dados disponibilizados pelo seu ambiente. Para este intuito de despertar o papel criativo dos estudantes utilizando a IdC é necessário montar um ecossistema social e técnico que integre hardware, dados, conteúdos associados e serviços. O ecossistema referido deverá fornecer o fácil acesso à informação, auxiliar a interpretação destes dados e estimular os estudantes a agirem sobre as suas próprias interpretações (Joyce et al., 2014).

O recurso à IdC na abordagem dos temas anteriormente referidos permite fornecer ao aluno informação contextualizada de acordo com a sua idade, interesses e localização geográfica. Possibilitando abordar desafios reais e concretos provindos do meio envolvente, facilitando ao aluno a construção do seu próprio conhecimento e uma abordagem multidisciplinar.

A sala de aula será um espaço “aberto”, onde as limitações físicas não serão relevantes para a interpretação do meio envolvente, que poderá ser monitorizado, analisado e estudado em tempo real, criando-se disposições de “hipersituação”.

No respeitante ao manual escolar, este não será somente um objeto, mas todo um serviço dinâmico, em constante atualização tendo em consideração a idade, interesses e localização dos seus utilizadores, como se explana mais à frente. Assumirá um papel fortemente vincado relativamente à orientação para o acesso a informação disponibilizada na rede.

## **Desafios**

Os principais desafios da introdução da IdC na educação prendem-se, essencialmente com cinco fatores relacionados com:

- a segurança e privacidade - com a IdC surge a discussão da segurança e privacidade, principalmente dos alunos, do seu histórico de aprendizagem, detalhes pessoais e até localização;
- armazenamento e tratamento de dados - a IdC permite o acesso a grandes quantidades de dados com a possibilidade de estarem em constante atualização. Face a este desafio, haverá a necessidade de possuir-se recursos para o armazenamento de dados, capacidade de assegurar a sua fidedignidade bem como o tratamento de dados, para que possa ser apresentado de acordo com as diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade;
- custos relacionados com a implementação - tratando-se de uma tecnologia nova, há a necessidade de investir-se em *hardware*, *software* e posteriormente na manutenção dos sistemas.
- adaptação dos recursos existentes - muitos dos equipamentos existentes nas escolas não estão preparados para que se possa explorar toda a plenitude do potencial da IdC, assim percebe-se a necessidade de adaptação dos recursos existentes, nomeadamente quadros interativos e ligações à rede estáveis. No respeitante a recursos didáticos, tratando-se de uma tecnologia recente com potencial para tornar as aulas mais dinâmicas, verifica-se a necessidade de se adaptar os recursos existentes de forma a poder integrar a IdC, nomeadamente os livros eletrónicos.
- e formação de professores - para que seja possível tirar o maior proveito da IdC haverá a necessidade de desenvolver formações para professores, uma vez que estes são agentes de mudança e principais orientadores e mobilizadores de práticas educativas.

## Alguns exemplos

Nesta subsecção expõem-se alguns projetos que envolvem o uso da IdC em contextos educativos ao nível do ensino não superior e que estão a ser ou foram testados em casos reais. Alude-se para o facto de na coluna “Projetos” o texto ter *links* ativos para aceder aos *websites* dos projetos.

Tabela 1- Alguns exemplos de projetos na área da Educação que recorreram a IdC

Instituição	Projeto	Descrição
PTC Academic program	<a href="#"><u>Academic Program, K12 program e IoT Institute</u></a>	Iniciativa da PCT (empresa de software) que visa formar e dotar os professores de conhecimentos de IdC para os aplicarem com os seus alunos. Disponibilizando <i>software</i> , plataformas de comunicação e tutoriais completos.
The Internet of (School) Things	<a href="#"><u>iotschool.org</u></a>	O objetivo deste projeto inglês é ensinar os alunos e professores a mensurar e a partilhar dados de várias fontes (como a temperatura do ar e do solo, humidade, entre outros, que visa incentivar os alunos a realizarem experiências, nomeadamente do cultivo de plantas) utilizando a IdC de modo a estimular a aprendizagem, ligar estas novas competências aos currículos e finalmente conceber o projeto futuro de novas escolas.
ThingLearn	<a href="#"><u>www.thinglearn.com</u></a>	Projeto norte americano que visa a partilha de recursos para ajudar e incentivar os docentes a realizarem atividades que envolvam a IdC.
Bosch – Bosch IoT Lab	<a href="#"><u>Room Climate Monotoring Systema</u></a>	Projeto de monitorização do ambiente de uma sala de aula. Ou seja, com recurso à IdC avalia-se a qualidade do ar da sala de aula, caso este não esteja dentro dos parâmetros desejáveis, um quadro com a fotografia do cientista Albert Einstein fica verde. Sempre que isto acontece o docente terá de abrir a janela para que entre ar fresco na sala e o quadro volte à sua cor normal
Associação Nacional de Professores de Informática	<a href="#"><u>Workshops avulso</u></a>	A ANPRI tem vindo a realizar várias oficinas de trabalho na área da IdC, sobretudo na plataforma de Arduino, pelo país. Bem como conferências na área. Com o intuito de sensibilizar os docentes para a IdC.
IoT Digi Class	<a href="#"><u>IoT DigiClass Project</u></a>	Projeto europeu que envolve empresas e escolas europeias, inclusive um agrupamento de Baião, que pretende melhorar a integração dos sistemas construídos para o ecossistema IdC nas escolas. Estas disporão de vários módulos: o refeitório, a sala de aula, a portaria da escola, a biblioteca e os conteúdos.



## **O livro escolar ou o *smartbook***

Sendo o manual escolar um dos recursos mais utilizados pelos professores, em Portugal, importa refletir qual o impacto que a tecnologia da IdC terá sobre este.

Hoje, os manuais escolares, têm-se tornado mais inclusivos e interativos, assumindo-se não apenas como um recurso, mas como um serviço. A IdC, fruto do seu potencial, permitirá o acelerar deste processo, levando a uma maior democratização do acesso à informação, que estará em constante atualização e adaptação à realidade do aluno, tornando o manual escolar num *smartbook*.

O *smartbook* caracteriza-se por permitir ao aluno resolver exercícios com recurso a valores reais e constantemente atualizados, assim como comunicar com toda a comunidade escolar. Pode considerar-se que o *smartbook* é alimentado pela própria comunidade local, fornecendo-lhe os dados reais do seu ambiente circundante, da sua geografia, do seu clima, da sua indústria, da sua economia, da sua população, etc. É a “hipersituação” em ação no contexto concreto e geográfico do aluno.

Através do *smartbook* o aluno poderá, ainda, aceder a grupos com interesses semelhantes. Pois a seleção de interesse em temas será cruzada com toda a base de dados da comunidade. Este facto poderá contribuir para a personalização da educação e para que os alunos tenham acesso a mais informação sobre as áreas de maior interesse para o próprio.

Enquanto serviço, o livro escolar (*smartbook* na perspectiva em análise) poderá notificar o aluno para efetuar pausas (por exemplo), dar sugestões de pesquisa ou grupos de interesse ou criar mapas conceituais. Poderá servir como objeto de identificação e de rastreamento dando informações sobre o seu dono tanto à instituição escola como aos encarregados de educação.

Relativamente a conteúdos, estes serão constantemente atualizados de acordo com o interesse, idade e localização geográfica do aluno. Através dos manuais os alunos poderão aceder a dados da natureza em tempo real, ou por exemplo aos valores da poluição do ar no dia. Permitirá uma observação e análise do meio constante sem saídas de campo. O manual incorpora e disponibiliza ao aluno aquilo que reflecte o seu ambiente adjacente. Algo que permite uma maior consciencialização e redução do nível de abstração dos conteúdos.

Os docentes terão a possibilidade de aferir em que conteúdos os seus discentes têm mais dificuldades e poderão auxiliá-los acrescentando notas, exercícios ou remetendo para endereços eletrónicos com informação relevante. Poderão ainda comunicar diretamente com o aluno ou criar/realizar momentos de avaliação monitorizados por si.

## **Fatores chave para aplicabilidade da IdC em educação**

Fruto do enorme impacto que a IdC poderá ter na educação, a CISCO (Selinger, Sepulveda, & Buchan, 2013) elencou três fatores chave para a sua implementação, os quais se apresentam de seguida:

### 1) Segurança

A IdC irá originar redes complexas de pessoas e “coisas” tanto privadas como públicas. Estas redes serão susceptíveis de criar novas relações entre pessoas e computadores (Selinger et al., 2013). Com a criação destas redes, haverá a necessidade de formar educadores e crianças no sentido de uma segurança da informação criada e principalmente pela manutenção da privacidade.

### 2) Integridade dos dados

Com uma quantidade tão grande de dados haverá a necessidade de preservar a sua integridade, pois estes deverão estar abertos e ao alcance de todos. Os autores referem ainda, que os educadores devem trabalhar em conjunto com os governos no sentido do desenvolvimento da IdC na educação enquanto o governo deve assegurar a segurança dos dados e dos seus cidadãos.

### 3) Políticas educativas

Os autores afirmam que devem ser adotadas políticas de integração das tecnologias na sala de aula, assim como no currículo. Deve ainda ser estimulado o desenvolvimento de cursos de desenvolvimento profissional que integrem estas tecnologias.

## Conclusões

Nos últimos anos, a tendência para a IdC tem sido de crescimento, tanto a nível de dispositivos conectados, como a nível de transações e de adesão por parte de diversas instituições, nomeadamente educativas, como demonstrado anteriormente. Com um crescimento quase exponencial da IdC no mercado eletrónico é impossível barrar a sua entrada no sistema educativo, onde são manifestas as suas mais-valias.

Acredita-se que a IdC tem potencial para tornar a experiência de ensino-aprendizagem mais enriquecedora, interessante e dinâmica. Estima-se que com a IdC ocorra uma maior democratização do acesso à informação, originando uma maior produção de conhecimento.

Porém, no que concerne às instituições educativas, ficou patente que as suas abordagens à implementação da IdC são numa perspetiva de otimização e gestão das suas infraestruturas (mapeamento de equipamentos, eficiência energética, conforto na sala de aula, etc) e segurança (gestão de acessos, etc). Excetuando alguns projetos, o potencial de utilização da IdC em contexto de sala de aula tem estado ausente do foco educativo e das escolas.

Quando a IdC é usada em contexto de aprendizagem, maioritariamente através da proatividade individual do professor que vislumbra a IdC como uma mais valia para os seus alunos e disciplina. Isto numa filosofia de DIY (*Do It Yourself*) – faça você mesmo – e onde já existe uma série de projetos, muitas vezes ligados a fabricantes de *hardware* e/ou *software* IdC, para auxiliar os professores e alunos.

O potencial da IdC na Educação é enorme, sobretudo com o uso e implementação do conceito da “hipersituação”, ou seja, a amplificação da informação emitida em tempo real pela localização geográfica do aluno, fornecendo-lhe todo um contexto do seu ambiente circundante. Portanto, as suas coordenadas de GPS têm um impacto real na informação que recebem e com a qual interagem e aprendem, pois são dados concretos da sua localidade, região, país. Conquanto que sejam estimulados a abordar os desafios do mundo real utilizando dados concretos provindos do seu ambiente. Isto perspetivará uma maior consciência da sua identidade e uma maior vinculação com as suas aprendizagens.

Um caminho a percorrer pela IdC, mas também por toda a sociedade, é a crucial ética da informação, inclusive a aplicar à IdC. Atualmente a abordagem ética é ainda muito **individualista**, porém necessita de ser mais inclusiva. Dado que se está a subestimar as consequências para os grupos de indivíduos facilmente identificáveis e segmentados através da abertura anónima de dados pessoais para fins de uso públicos. Metaforicamente, é como uma sardinha individual pensar que a rede do arrastão a está a tentar apanhar, quando na verdade está a tentar apanhar todo o seu cardume. Assim, é todo o cardume que precisa de ser protegido. Em suma, uma ética da informação focada exclusivamente na proteção individual não é errada, mas precisa de ser atualizada, pois muitas vezes a única forma de proteger o indivíduo é proteger todo o grupo a que ele pertence (Floridi, 2014).

Para que a IdC seja aceite e introduzida no sistema de ensino é necessária uma boa perceção e preparação por parte de políticos e educadores que devem estar cientes das vantagens e desvantagens, assim como a necessidade de garantir a conectividade e acesso contínuo (Selinger, Sepulveda, & Buchan, 2013) à rede e à tecnologia. Porém, a IdC e todo o conjunto de recentes Tecnologias da Comunicação em Educação (TCE), redobram a atenção para a mudança de paradigmas de ensino nas escolas, sobre os professores, sobre os alunos, sobre os pais e mesmo sobre os Ministérios da Educação. O atual modelo centrado na sapiência do professor trava o potencial das TCE no ensino.

Finaliza-se com a perspetiva de Marcel Bullinga (Pew Research Center, 2014), que afirma que no futuro a educação será menos focada no conhecimento de factos pois estes serão facilmente acessíveis através da internet. As crianças também irão aprender menos, mas serão capazes de mais. Por outro lado, irão sofrer mais de stress social e terão de estar equipadas com *firewalls* anti-vídeo como forma de proteção da privacidade.

## Referências

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Benson, C. (2016). The Internet of Things, IoT Systems, and Higher Education. *EDUCAUSE Review*, 51(4), 6. Acedido em 17/02/2017, em <http://er.educause.edu/articles/2016/6/the-internet-of-things-iot-systems-and-higher-education>

- Botta, A., Donato, W. de, Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684–700. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1016/j.future.2015.09.021>
- Davis, M. (2008). Semantic wave 2008 report: industry roadmap to Web 3.0 & Multibillion Dollar Market Opportunities. *Executive Summary*.
- Evans, D. (2011). *The Internet of Things – How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything*. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) White Paper. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1109/IEEESTD.2007.373646>
- Floridi, L. (2014). Open Data, Data Protection, and Group Privacy. *Philosophy & Technology*, 27(1), 1–3. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1007/s13347-014-0157-8>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Jamalipour, A., Nikookar, H., & Ruggieri, M. (2016). Digitising the Industry Internet of Things Connecting the Physical, Digital and Virtual Worlds. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 49). Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. Austin, Texas. Acedido em 17/02/2017, em <http://redarchive.nmc.org/publications/horizon-report-2012-higher-ed-edition>
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. Austin, Texas. Acedido em 17/02/2017, em <http://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2015-higher-education-edition/>
- Joyce, C., Pham, H., Fraser, D. S., Payne, S., Crellin, D., & McDougall, S. (2014). Building an Internet of school things ecosystem-a national collaborative experience. *ACM International Conference Proceeding Series*, 289–292. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1145/2593968.2610474>
- Kemp, S. (2015). *Digital, Social & Mobile 2015*. Acedido em 17/02/2017, em <http://wearesocial.net/tag/statistics>
- Li, S., Xu, L. Da, & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243–259. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1007/s10796-014-9492-7>
- Mukhopadhyay, S. C., & Suryadevara, N. K. (2014). Internet of Things: Challenges and Opportunities. In S. C. Mukhopadhyay (Ed.), *Internet of Things: Challenges and Opportunities* (pp. 1–17). Springer International Publishing. Acedido em 17/02/2017, em [http://doi.org/10.1007/978-3-319-04223-7\\_1](http://doi.org/10.1007/978-3-319-04223-7_1)
- O'Brien, H. M. (2016). The Internet of Things. *Journal of Internet Law*, 19(12), 1–20.
- Pew Research Center. (2014). *The Internet of Things Will Thrive by 2025*. Acedido em 17/02/2017, em <http://www.pewinternet.org/2014/05/14/internet-of-things/>
- Ray, S., Jin, Y., & Raychowdhury, A. (2016). The Changing Computing Paradigm With Internet of Things: A Tutorial Introduction. *IEEE Design & Test*, 33(2), 76–96. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1109/MDAT.2016.2526612>
- Selinger, M., Sepulveda, A., & Buchan, J. (2013). *Education and the Internet of Everything: How ubiquitous connectedness can help transform pedagogy*. San Diego, CA: Cisco Systems. Acedido em 17/02/2017, em [http://www.cisco.com/web/strategy/docs/education/education\\_internet.pdf](http://www.cisco.com/web/strategy/docs/education/education_internet.pdf)
- Sundmaeker, H.; Guillemin, P.; Friss, P.; Woelfflé(2010). *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things*. In: *Cluster of European Research Projects on the Internet of Things*.
- van Kranenburg, R., & Bassi, A. (2012). IoT Challenges. *Communications in Mobile Computing*, 1(1), 9. Acedido em 17/02/2017, em <http://doi.org/10.1186/2192-1121-1-9>